

福井県から見る地球温暖化現象に関する調査研究 —気候（気温、降雪、降水、湿度）への影響—

吉川昌範・坪川博之

Study on the Phenomena of Global Warming in Fukui Prefecture
—Influence on the Climate(Temperature, Snowfall ,Rainfall, Humidity)—

Masanori YOSHIKAWA, Hiroyuki TSUBOKAWA

1. はじめに

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書等によると、気候、生態系や人の健康など幅広い分野において、すでに地球温暖化が原因と思われる影響が顕在化していると言われている。しかしながら、これらの多くの研究成果は地球レベル、国レベルのものであり、地域レベルでの研究が少ない現状にある。

そこで、当研究センターでは、福井県における気候、自然環境、水環境、農業・漁業、健康等への地球温暖化の影響を把握し、その結果を県民に分かりやすく提供する、いわゆる“地球温暖化の見える化”を目的に、平成22年度より「福井県から見る地球温暖化現象に関する調査研究」を開始した。

当該調査研究のうち、本報では、福井地方気象台の観測データを用いて、気温、降雪量、降水量および湿度の長期的変化について解析し、地球温暖化による気候への影響を把握したので報告する。

2. 使用データ

長期的な気候への影響を把握するため、100年以上の観測データを有する福井地方気象台（以下「福井」という。）および敦賀特別地域観測所（以下「敦賀」という。）の気象データを解析に用いた（図1）。

解析に当たっては、各種データを最小二乗法により線形回帰させ、その回帰係数の値から気温の上昇率など各種データの増減率を求めた。

なお、解析項目および統計期間は表1のとおりである。

また、季節別の解析では、

春季：3月～5月 夏季：6月～8月、

秋季：9月～11月 冬季：前年12月～2月 とした。

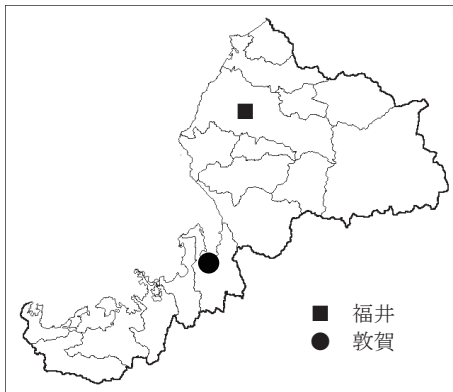


図1 観測地点

表1 解析項目および統計期間

観測所	解析項目	統計期間*
福井	気温、降水量、湿度	1897～2010年
	降雪量	1954～2010年
敦賀	気温、降水量、湿度	1898～2010年
	降雪量	1954～2010年

*統計期間のうち資料不足値については欠測扱いとした。

3. 結果および考察

3.1 気温の変化

3.1.1 年平均気温の経年変化

福井（統計期間：1897～2010年）および敦賀（統計期間：1898～2010年）の年平均気温の5年移動平均の推移を図2に示す。

なお、福井については、1948年1月に観測場所を移転したため、移転による影響を取り除いた「気候解析平均気温」を用いた。

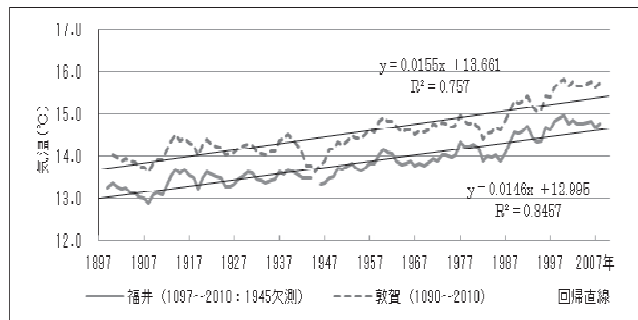


図2 福井・敦賀の年平均気温（5年移動平均）の推移

福井および敦賀の年平均気温は、明らかな上昇傾向が認められ、その上昇率は、福井1.46℃/100年、敦賀1.55℃/100年であり、日本の上昇率1.15℃/100年¹⁾よりも高い値であった。

日本の気温上昇率は、都市化による影響が比較的少なく、また、特定の地域に偏らないように選定した17地点のデータから算出された値であり、この上昇率との差の大部分が都市化による上昇分（ヒートアイランド現象）を表していると言われている²⁾。このことから、福井や敦賀においても少なからずヒートアイランド現象が生じているものと考えられる。しかし、全国の17地点にはヒートアイランド現象が生じていると言われている地点もある³⁾ことから、福井、敦賀の気温上昇に対して、ヒートアイランド現象がどの程度寄与しているのかについては、今後の検討課

題である。

また、敦賀の気温上昇率は、福井よりも大きい値であったが、この要因の一つとして、日本海南部海域で海水温が100年あたり約1.3°C上昇⁴⁾、県水産試験場の観測データ(1979～2008年)では、若狭町神子地先の海水温(表層)が上昇しているとの解析結果⁵⁾が得られていることから、海に極めて近い位置にある敦賀では、海水温上昇との相乗効果によって気温の上昇が大きくなっているものと推察される。

3. 1. 2 日最高気温・日最低気温の経年変化

敦賀(統計期間:1898～2010年)における日最高気温および日最低気温の年平均値の5年移動平均の推移を図3に示す。

日最高気温、日最低気温とも、年平均気温と同様に長期的な上昇傾向が認められ、その上昇率は日最高気温0.68°C/100年、日最低気温1.76°C/100年であり、日最低気温の上昇率が日最高気温の上昇率に比べて約2.5倍大きかった。

このことから、前述した年平均気温の上昇は、日最低気温の上昇による影響が大きいと言える。

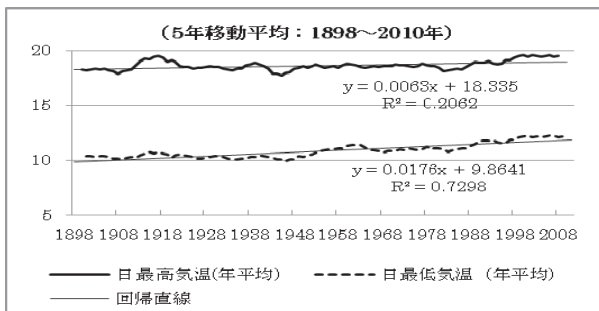


図3 敦賀の日最高気温・日最低気温の推移

3. 1. 3 月別・季節別の気温上昇

気温の上昇をさらに詳細に把握するため、福井および敦賀における月別・季節別の100年あたりの気温上昇率を解析し、その結果を表3に示した。

表3 福井、敦賀における月別・季節別の気温上昇率

	冬季			春季		
	12月	1月	2月	3月	4月	5月
福井(°C/100年)	+1.19	+0.59	+1.65	+1.15	+1.91	+1.79
	+1.15			+1.62		
敦賀(°C/100年)	+1.13	+0.76	+1.29	+1.54	+1.86	+2.25
	+1.05			+1.90		
	夏季			秋季		
	6月	7月	8月	9月	10月	11月
福井(°C/100年)	+1.24	+1.12	+1.92	+1.73	+1.87	+1.67
	+1.43			+1.76		
敦賀(°C/100年)	+1.62	+1.32	+1.87	+1.71	+1.82	+1.48
	+1.59			+1.67		

月別の月平均気温の上昇率をみると、福井では、4月、8月、10月の上昇率が1.8°C/100年以上と大きく、1月が0.59°C/100年と最も小さかった。敦賀では、4月、5月、8月、10月の上昇率が1.8°C/100年以上であり、1月が0.76°C/100年と最も小さかった。また、福井と比較して、

5月の上昇率が2.25°C/100年と最も高いことが特徴的であった。

季節別でみると、福井では秋季の上昇率が最も大きく、次いで春季、夏季の順で、冬季の上昇率は最も小さかった。敦賀では、5月の気温上昇の影響を受けて春季の気温上昇が最も大きく、次いで秋季、夏季の順で、上昇率が最も小さい季節は、福井と同様に冬季であった。

なお、日本の季節別平均気温の上昇率は、春季が最も大きく、次いで冬季、秋季、夏季の順であり¹⁾、この結果と比べると、福井、敦賀では、冬季の気温上昇が比較的小さいことが特徴的であった。

3. 1. 4 猛暑日・熱帯夜・冬日の経年変化

福井および敦賀の猛暑日(日最高気温35°C以上)、熱帯夜および冬日(日最低気温0°C未満)の推移を図4～図10に示す。また、1961～1988年(昭和)の期間と1989～2010年(平成)の期間における猛暑日、熱帯夜、冬日の平均日数を表4に示す。

なお、本来、熱帯夜とは夜間の最低気温が25°C以上のことを言うが、本報では便宜的に日最低気温25°C以上とする。

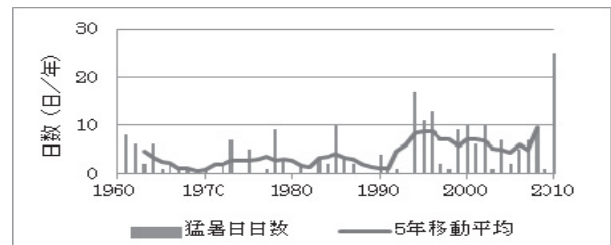


図4 福井の猛暑日日数の経年変化

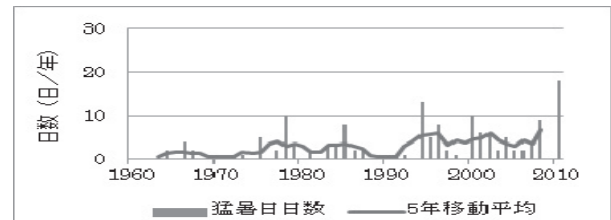


図5 敦賀の猛暑日日数の経年変化

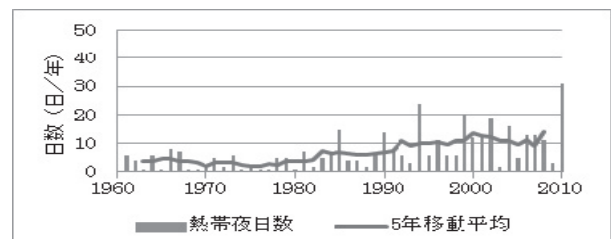


図6 福井の熱帯夜日数の経年変化

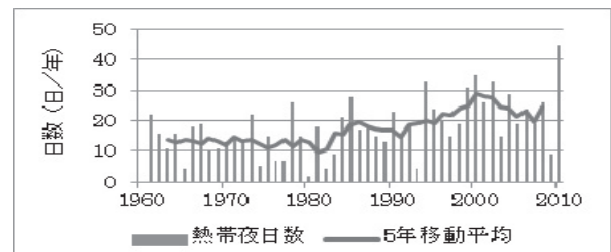


図7 敦賀の熱帯夜日数の経年変化

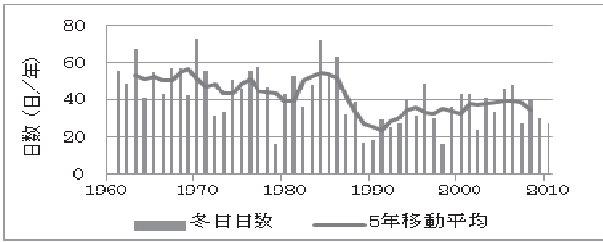


図8 福井の冬日日数の経年変化

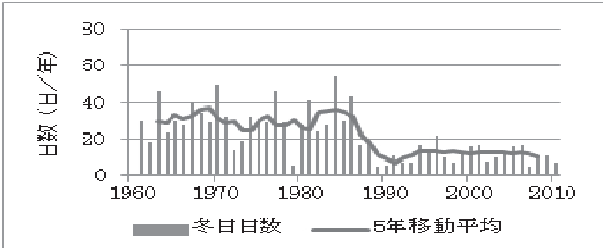


図9 敦賀の冬日日数の経年変化

表4 昭和・平成別の猛暑日・熱帯夜・冬の各日数

	猛暑日日数		熱帯夜日数		冬日日数	
	福井	敦賀	福井	敦賀	福井	敦賀
昭和の平均	2.8日	1.8日	4.0日	14.1日	49日	30日
平成の平均	6.5日	4.3日	11.2日	22.5日	33日	11日

猛暑日の日数は、福井、敦賀とも1990年頃から急激に増加しており、1961～1988年(昭和)の期間と1989～2010年(平成)の期間を比べると、福井では、平均2.8日/年から平均6.5日/年に、敦賀では、平均1.8日/年から平均4.3日/年と、それぞれ約2.5倍に増加している。

熱帯夜の日数は、猛暑日の日数と同様に1990年頃からの増加が著しく、昭和の期間と平成の期間を比べると、福井では、平均4.0日/年から平均11.2日/年と約7日増加し、敦賀では、平均14.1日/年から平均22.5日/年と約8日増加している。

なお、2010年は全国的な猛暑であり、福井、敦賀において、猛暑日、熱帯夜とも、観測史上最高の日数を記録した。

冬日の日数は、猛暑日や熱帯夜の増加とは逆に1990年頃から急激に減少している。昭和の期間と平成の期間を比べると、福井では、平均49日/年から平均33日/年と16日減少し、敦賀では、平均30日/年から平均11日/年と19日減少している。

福井と敦賀の猛暑日、熱帯夜の日数を比較した場合、猛暑日の日数は敦賀が福井より少ないのに対し、熱帯夜の日数は逆に敦賀の方が2倍以上も多くなっている。この原因として、敦賀観測所は海に近接していることで海水温の影響により気温の日較差が小さくなり、その結果、内陸部の福井よりも夜間の気温低下が抑えられ熱帯夜に繋がっているものと推察される。

3.2 降雪量の変化

3.2.1 降雪量の経年変化

福井および敦賀(統計期間:1954～2010年)の年間降雪量(寒候年)の推移を図10、図11に示す。

また、表5に、昭和の期間(1954～1988年)と平成の

期間(1989～2010年)別の降雪量の平均値および冬季の平均気温、最低気温の平均値を示す。

福井、敦賀の降雪量はよく似た変動を示し、ともに平成になってから降雪量が大きく減少し、福井では、昭和の期間に298cm/年降っていた雪が、平成になって165cm/年と約半分(55%)に減り、敦賀でも、259cm/年降っていた雪が平成になって165cm/年と半分以上(46%)に減少している。

一方、冬季の平均気温、最低気温とも、福井では平成になって昭和の期間に比べて0.8℃上昇、敦賀では同じく0.9℃上昇しており、平均気温、最低気温の上昇が降雪量の減少に大きく影響しているものと推察された。

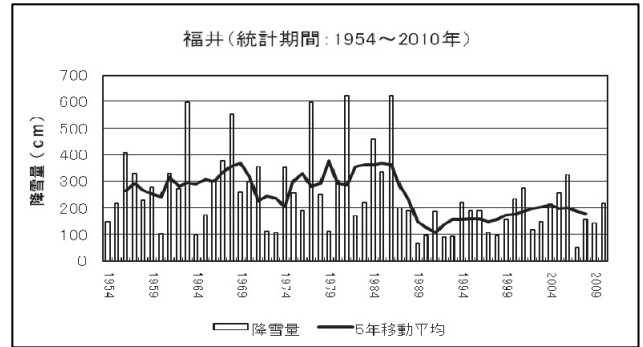


図10 福井の降雪量の推移

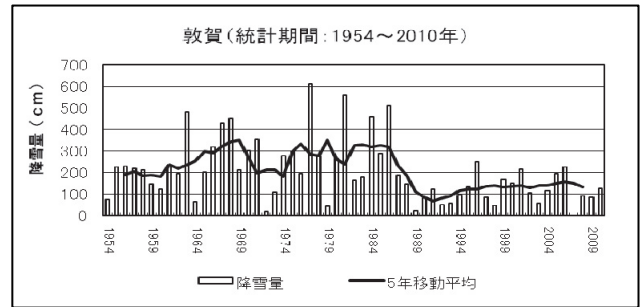


図11 敦賀の降雪量の推移

表5 昭和・平成の期間別の降雪量・平均気温・最低気温

	降雪量		平均気温		最低気温	
	福井	敦賀	福井	敦賀	福井	敦賀
昭和の平均	298cm	259cm	3.6℃	4.9℃	0.5℃	1.8℃
平成の平均	165cm	119cm	4.4℃	5.8℃	1.3℃	2.7℃

降雪量が大きく変化した昭和の期間と平成の期間において、雪の降り方に変化が生じているかを把握するため、昭和と平成の期間別の日降雪量別日数を図12に示した。

冬季の降雪日数は、昭和の期間では53.2日/年と全体の59%を占めていたが、平成になると、昭和よりも11.6日減り、冬季全体の46%と13ポイント減少した。

日降雪量別日数の比較では、降雪日の大半を占めている日降雪量10cm未満の日数は、平成になって昭和の期間よりも約15%減少している。また、日降雪量10cm以上、20cm以上、30cm以上の日数は、降雪日全体に占める割合は少ないものの、平成になって約半分に減少している。

これらの結果から、平成になってからの冬季の降雪量の

減少は、降雪日そのものの減少と日降雪量が全体的に減少したことによるものであった。

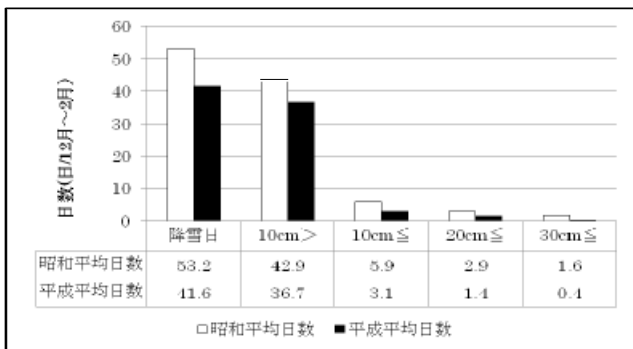


図12 昭和と平成における日降雪量別日数の比較

3.2.2 降雪量と最低気温との関係

福井、敦賀における降雪量と冬季の平均最低気温の散布図を図13に示す。

福井、敦賀とも、降雪量と冬季の平均最低気温の間には強い負の相関があり、最低気温の上昇とともに降雪量が減少することが認められた。

回帰式の結果から、平均最低気温が1℃上昇すると、冬季の降雪量は、福井で約150cm減少、敦賀では約140cm減少し、福井では平均最低気温が2.5℃以上になると、敦賀では3.6℃以上になると雪がほとんど降らなくなる可能性が示唆される。

また、敦賀では、平均最低気温が福井よりも1℃高くても、福井とほぼ同じ量の雪が降ることがわかった。この原因として、福井が内陸の平野部に位置しているのに対して、敦賀は、海沿いではあるものの背後に山のある地域であることから、地形的な要因が大きく影響しているものと考えられる。

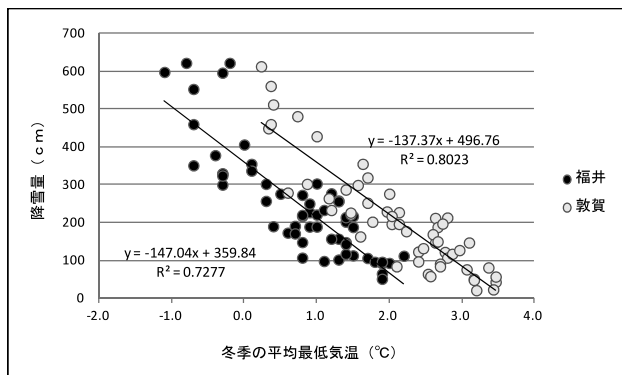


図13 降雪量と冬季の平均最低気温との関係

3.3 降水量の変化

3.3.1 年間降水量の経年変化

福井、敦賀の年間降水量の推移を図14、図15に示す。

年間降水量は、福井、敦賀とも年毎に大きく変動しながら推移している。5年移動平均による長期的な傾向については、福井では減少傾向がみられたが、敦賀では、1980年ごろから減少傾向にあるものの長期的な変化傾向は認められなかった。

なお、21世紀末には20世紀末に比べて日本の降水量は平均的に5%程度増加するとの予測結果⁶⁾もあり、今後の降水量の変化を注視していく必要がある。

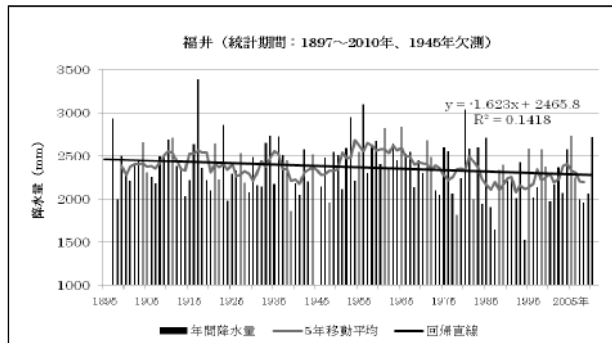


図14 福井の年間降水量の推移

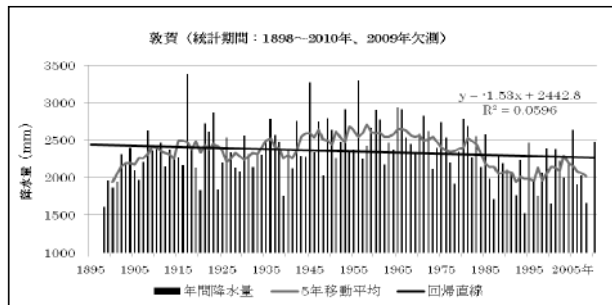


図15 敦賀の年間降水量の推移

3.3.2 日降水量の経年変化

地球温暖化の影響により、豪雨などが長期的にみて増加する可能性が指摘されている⁵⁾ことから、福井、敦賀における日降水量50mm以上の日数の経年変化を図16、図17に示した。

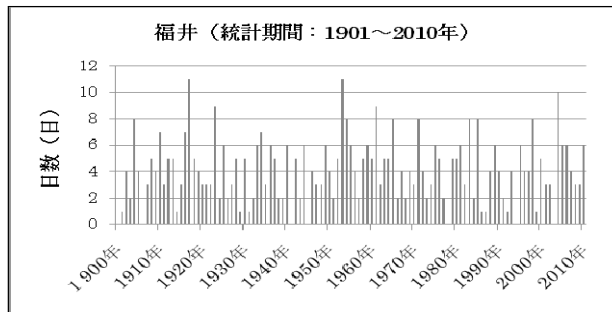


図16 福井の日降水量50mm以上の日数の経年変化

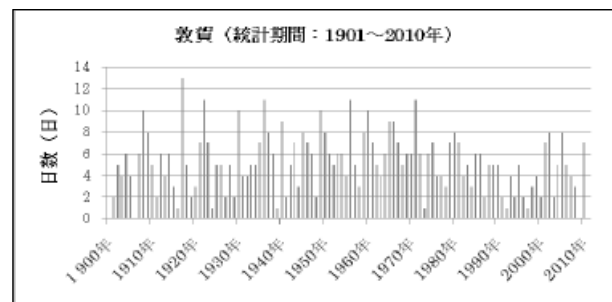


図17 敦賀の日降水量50mm以上の日数の経年変化

福井における日降水量50mm以上の日数は、降水量と同じように年毎に大きく変動しながら推移しており、長期的な傾向も認められなかった。なお、年間で日降水量50mm以上となった日数の最大は11日(1917年、1953

年)であった。

敦賀における日降水量 50mm 以上の日数は、福井と同様に年毎に大きく変動していた。また、年間最大日数は 13 日 (1917 年) であり、年間 10 日以上のは計 9 回あったが、それらは全て 1972 年までに出現していた。その後の 38 年間は、年間最大日数は 8 日であり短期的には減少傾向が見られるが、長期的には福井と同様に明確な変化傾向は認められなかった。このように、現時点では、福井、敦賀とも、日降水量に大きな変化は現れていないと考えられる。

3. 4 湿度の変化

福井、敦賀の年平均湿度の 5 年移動平均の推移を図 18 に、福井の月別の 100 年あたりの湿度増減率を図 19 に示す。

年平均湿度は、福井、敦賀ともよく似た変動を示し、ともに減少傾向が認められ、100 年あたりの減少率は福井 9.4%、敦賀 7.7%であった。また、福井において湿度の減少が大きかった月は 8 月から 11 月であり、これらの月は前述 (表 2) したように気温上昇率の比較的大きな月であった。また、100 年間の月別の気温上昇率と湿度増減率の関係性をみると、図 20 に示したとおり良い相関関係が認められた。

湿度 (相対湿度) の減少要因としては、気温上昇による飽和水蒸気量の増加と、降水量の減少や都市化等による裸地の減少などによる供給水蒸気量そのものの減少が考えられるが、今回の結果から、福井の湿度の減少は、気温の上昇による影響が大きいと推察される。

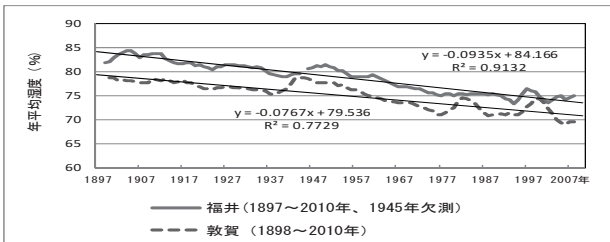


図 18 福井・敦賀の年平均湿度の推移

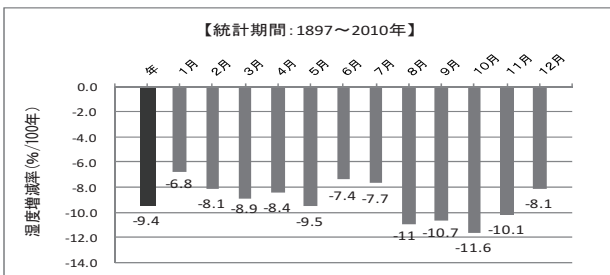


図 19 月別湿度増減率【福井】

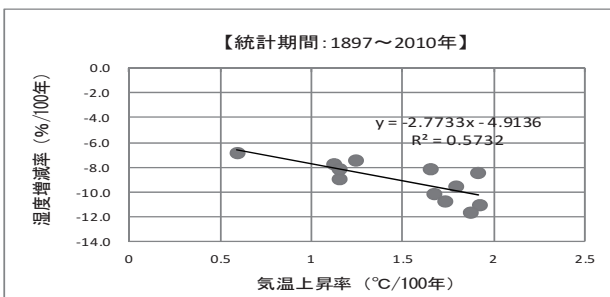


図 20 気温上昇率と湿度増減率の関係【福井】

4. まとめ

福井県における地球温暖化による気候への影響を把握するため、福井および敦賀の気象データ (気温、降雪量、降水量、湿度) の長期的な変化傾向を解析し、以下のような結果が得られた。

1 気温

福井、敦賀の年平均気温は、明らかな上昇傾向が認められ、100 年あたりの上昇率は、福井 1.46°C、敦賀 1.55°C であり、日本の気温上昇率 1.15°C よりも高い値であった。

この敦賀の平均気温上昇は、最低気温の上昇による影響が大きかった。

月別、季節別の気温上昇については、敦賀の 5 月の気温上昇率が高いことが、また、福井、敦賀とも全国に比べて、冬季の気温上昇率が比較的小さいことが特徴的であった。

福井、敦賀とも、猛暑日、熱帯夜の日数は平成になって大きく増加し、冬日は逆に大きく減少している。

2 降雪量

福井、敦賀の降雪量は、ともに平成になって大きく減少しており、その要因として、平均気温、最低気温の上昇が影響していることが推察された。

また、敦賀では、平均最低気温が福井よりも 1°C 高くて、福井とほぼ同じ量の雪が降ることがわかり、この原因として、地形的な要因が大きいと考えられた。

3 降水量

福井、敦賀の年間降水量および日降水量 50mm 以上の日数は、ともに年毎に大きく変動しながら推移し、長期的な変化傾向は認められなかった。

4 湿度

福井、敦賀の年平均湿度に減少傾向が認められ、100 年あたりの減少率は、福井 9.4%、敦賀 7.7%であった。

福井の湿度の減少は、月別の気温上昇率と湿度減少率の関係から、気温の上昇による影響が大きいと推察された。

今後は、県内に設置されている地域気象観測アメダス等の気象データを用いて、地域的・面的な気候変化を解析する予定である。

謝辞

気象データの提供および解析に助言をいただきました福井地方気象台の方々に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 気象庁ホームページ>気象統計情報>地球・環境・気候>地球温暖化>気温・降水量の長期的変化傾向
- 2) 気象庁：ヒートアイランド監視報告 (平成 21 年)
- 3) 榊原保志他：長野市における夜間気温分布と天空率、風の関係，地理学評論 71A, 436-443 (1998)
- 4) 気象庁ホームページ>気象統計情報>海洋の健康診断表>日本海>海面水温の長期的変化傾向 (日本海)
- 5) 森陰早也香他：地球温暖化がもたらす福井県沿岸域の水質変動について，福井県衛生環境研究センター年報，8, 104-105 (2009)
- 6) 「日本の気候変動とその影響」，文部科学省 気象庁 環境省，2009 年 10 月